

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-196238
(43)Date of publication of application : 12.07.2002

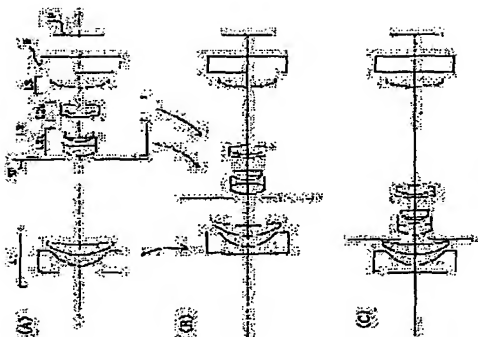
(51)Int.Cl. G02B 15/163
G02B 13/18
G02B 13/22
G02B 15/20

(21)Application number : 2000-388633 (71)Applicant : CANON INC
(22)Date of filing : 27.12.2000 (72)Inventor : ITO YOSHIKAKI

(54) ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT USING THE SAME

(57)Abstract
PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens including a wide-angle area and consisting of three lens groups having a desired variable power ratio and high optical performance, and optical equipment using the zoom lens.

SOLUTION: This zoom lens is provided with a 1st group L1 having negative refractive power, a 2nd group L2 having positive refractive power, and a 3rd group L3 having positive refractive power in order from an object side, and performs zooming by moving the lens groups so that space between the 1st and the 2nd groups L1 and L2 may be small and space between the 2nd and the 3rd groups L2 and L3 may be large at a telephoto end with respect to a wide-angle end. In the zoom lens, the 2nd group L2 is constituted of a 2a-th group L2a having positive refractive power and a 2b-th group L2b having positive refractive power with the largest air distance in the 2nd group L2 as a boundary, and performs focusing by moving the 2b-th group L2b, and satisfies a condition $0.2 < d2abW/fw < 1.0$ when space between the 2a-th group L2a and the 2b-th group L2b at the time of bringing an infinity object into focus at the wide-angle end is defined as $d2abW$ and the focal distance of an entire system at the wide-angle end is defined as (fw) .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 19.06.2002
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998.2003 Japan Patent Office

大するようになし、レンズ群を移動させている。そして、第1発明のズームレンズはこのような基本構成の基で、広角端において無限遠物体に合焦しているときの第2a* 群L2aと第2b群L2bの間隔をd2a、bW、広角端における全系の焦点距離をfwとしたとき、

$$0.2 < d2abW / fw < 1.0 \dots\dots (1)$$

なる条件を満たすことを特徴としている。

【0040】又、第2発明のズームレンズは前述の基本構成の基で、望遠端において第2a群L2aから出射する光線が略アフォーカルであって、望遠端において無限遠物体に合焦しているときの第2b群L2bの前後倍率をβ2btとしたとき、

$$-0.30 < \beta 2bt < 0.55 \dots\dots (2)$$

なる条件を満たすことを特徴としている。

【0041】次に略アフォーカルとは第1群L1と第2a群L2aの合成焦点距離f12aが、 $20 \times fw < |f12a|$ 程度のことという。

【0042】以後、本明細書において、第1、第2発明を総称して本発明という。

【0043】本実施形態のズームレンズでは、正の屈折力の第2群L2を移動させることにより主な変位を行い、負の屈折力の第1群L1を往復移動させることにより、負の屈折力の第1群L1と第2群L2との往復移動させることにより、正の屈折力の第3群L3は、ズームリング中の固定位置には必ずしもないが、撮像素子の小型化に伴う撹乱レンズの屈折力の増大を分担し、第1、第2群で構成されるシャフトズーム系の屈折力を満たすことで、特に第1群L1を構成する各レンズでの収差の発生を抑え、良好な光学性能を達成している。また、特に固体撮像素子等を用いた撮像装置に必要な像側のテレセントリックな特徴と正の屈折力の第3群L3にフィードバックの収差を持たせることで達成している。

【0044】又、フォーカスに関して小型化の第2b群L2bを移動させて行なう、所謂インナーフォーカス式を採用することにより、迅速なフォーカスを容易にし、かつ、レンズ構成を適切に設定することにより、フォーカスの際の収差変動が少なくなるようにしている。

【0045】又、第3群L3をズームリングおよびフォーカシング時固定とし、鏡筒構造の簡易化を図っている。

【0046】本実施形態のズームレンズの全ての数値表★

0.3 < d2abW / fw < 0.7 …… (1a)

で示される。適切な感度を保つためには、望遠端における第2a群L2aを出射する光線が略アフォーカルであり、無限遠物体の合焦時における第2b群L2bの前後倍率を充分に小さく設定される必要がある。

【0054】本実施形態のズームレンズにおいては、第2群L2中の第2b群L2bでフォーカシングを行う場合、メカ的な構成を簡易に設定しかつフォーカシングによる撹乱の変動を抑制する為に望遠端における第2b群L2bのフォーカス感度を適切に設定する必要がある。

【0055】第2b群L2bのフォーカス感度は、第2b群L2bと第3群L3の望遠端での前後倍率を各々β2bt、β3tとすると、 $(1 - \beta 2bt^2) \times \beta 3t^2$

の如く設定するのが良い。

【0053】次に条件式(2)の技術的な意味について説明する。

【0054】本実施形態のズームレンズにおいては、第2群L2中の第2b群L2bでフォーカシングを行う場合、メカ的な構成を簡易に設定しかつフォーカシングによる撹乱の変動を抑制する為に望遠端における第2b群L2bのフォーカス感度を適切に設定する必要がある。

【0055】第2b群L2bのフォーカス感度は、第2b群L2bと第3群L3の望遠端での前後倍率を各々β2bt、β3tとすると、 $(1 - \beta 2bt^2) \times \beta 3t^2$

【0058】条件式(2)の下限値を超えて、第2b群L2bの前後倍率が小さくなりすぎると第2a群L2aを出射する光線が強い撹乱素子となり、望遠端においてフォーカシングによる像面湾曲の変動が増大してくるの良くない。

【0059】第2発明において、更に好ましくは条件式(2)の数値範囲を、 $-0.10 < \beta 2bt < 0.52 \dots\dots (2a)$

の如く設定するのが良い。

【0060】尚、第1発明において条件式(2)又は条件式(2a)を満たせるのが良く、その技術的な理由としては第2発明において述べたのと同じである。

【0061】本発明のズームレンズは、以上の構成によって初期の目的を達成することができるが、更に全変倍範囲及び画面全体にわたり、高い光学性能を得るには次の構成のうちの1つ以上を満たすのが良い。

【0062】(ア-1) 無限遠物体に合焦しているときの広角端と望遠端における第2a群L2aと第2b群L2bの間隔をそれぞれd2abw、d2abt、距離500×fwの物体に合焦しているときの広角端と望遠端における前記第2a群L2aと第2b群L2bの間隔をそれぞれd2abw、d2abtとしたとき、 $(d2abt - d2abt) / \#fo > (d2abw - d2abw) / \#fo \dots\dots (3)$ なる条件を満たすことである。

【0063】条件式(3)はフォーカスの際に第2b群L2bを繰り出したときの第2a群L2aと第2b群L2bの間隔を適切に設定する為の条件式であり、条件式(3)の関係を満足出来なくなると、レンズ系全体が小型化して来るので良くない。

【0064】(ア-2) 広角端から望遠端へのズームインが際し、第2a群L2aと第2b群L2bの間隔が変化することである。

【0065】このように広角端から望遠端へのズームインが際し、第2a群L2aと第2b群L2bの間隔を変化させることにより、変位に伴う収差変動をより良好に補正することが可能になる。

【0066】(ア-3) 第2a群L2aと一体的に移動する絞りSPを有することである。

【0067】(ア-4) 絞りSPが第2a群L2aの物体側に設置されることである。ここで構成(ア-3)と構成(ア-4)は、良好なる収差補正を行いつつ前玉レンズを透過する為の条件である。

【0068】(ア-5) 第1群L1が非球面を有する負レンズと正レンズの2枚にて構成されることである。これにより、広角端における歪曲収差を補正しつつ1群レンズを薄くして小型化を達成することが容易となる。

【0069】(ア-6) 第2a群L2aが、正レンズと負レンズを包含した少なくとも1つの接合レンズを含んでいることである。軸上色収差を補正する為には正負

のレンズが必要であるが感度が高い為、製造上の性能劣化を防ぐ為であるのが良い。

【0070】(ア-7) 第2a群L2aが、少なくとも2つの正レンズを含むことである。これによれば、第2a群中の主点と前方に附接することが出来る為、製造において第1群と物理的干渉を防ぐことが出来る。

【0071】(ア-8) 第2b群L2bが、単レンズ又は接合レンズからなる単一のレンズ成分にて構成されることである。第2b群を最小のレンズ成分とする事で系の小型化を達成するのが容易となる。

【0072】(ア-9) 第3群L3が、単レンズにて構成されることである。第3群を最小の構成とすることで、広角端における第2b群との干渉を防ぎ小型化を達成出来る。

【0073】(ア-10) 第3群L3がズームリング中の構造で鏡筒を構成することが出来る。

【0074】次に本発明の数値表範囲1～4のズームレンズの具体的なレンズ構成について説明する。

【0075】数値表範囲1～4において、第1群L1は、物体より順に、物体側が凸面と側面が凹面を有するメニスカス状の負レンズと物体側が凸面のメニスカス状の正レンズの2枚のレンズにて構成されている。

【0076】数値表範囲1において、第2a群L2aは、両レンズが凸面の正レンズ、両レンズが凹面の負レンズを接合した全体として正の屈折力の接合レンズ、そして正レンズの3枚のレンズにて構成されている。

【0077】数値表範囲2～4において、第2a群L2aの構成は、像側に凸面が凹面の正レンズの曲率が大きい(曲率半径が小さい)両レンズが凸面の正レンズ、両レンズが凸面の正レンズと凹レンズが凹面の負レンズを接合した全体として負の屈折力の接合レンズにて構成されている。

【0078】数値表範囲1～4において、第2群L2の物体側に絞りSPを有し、絞りSPは、第2群L2とズームリング中一体的に移動する。

【0079】数値表範囲1～4において、第2a群L2a中の接合レンズの物体側の正レンズの物体側の面に非球面を有する。

【0080】数値表範囲1、2、4において、第2b群L2bは、物体側が凸面の負レンズと両レンズが凸面の正レンズを接合した接合レンズにて構成される。

【0081】数値表範囲3において、第2b群L2bは、両レンズが凸面の単一の正レンズにて構成されている。

【0082】数値表範囲1～4において、第3群L3は、単一の正レンズにて構成されている。

【0083】数値表範囲3において、第3群L3の正レンズは物体側に非球面を有する。

【0084】変倍（ズーム）において、数値実施例1～4では第1群L1は、往復タイプの移動軌跡で、広角端と望遠端における第1群L1の位置は略同一で、中間域で像側に凸状の軌跡で移動する。

【0085】数値実施例1～4において、第2a群L2aと第2b群L2bはズーム中物体側へ移動する。数値実施例1～2では第2a群L2aと第2b群L2bの間隔が広角端から望遠端へのズーム中減少する。数値実施例3では第2a群L2aと第2b群L2bの間隔が広角端から望遠端へのズーム中いったん増大し、その後減少する。広角端より望遠端のほうで間隔が若干大きくなっている。数値実施例4では第2a群L2aと第2b群L2bの間隔が広角端から望遠端へのズーム中変化しない。

【0086】以下に、本発明の数値実施例を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順番を示し、Riは各面の曲率半径、Diは第i面と第i+1面との間の部分肉厚又は空気間隔、Ni、viはそれぞれd線

に対する屈折率、アッペ数を示す。また、もともとも像側の2つの面は水晶ローパスフィルター、非球面カットフィルタ等と相当するガラスブロックGである。非球面形状は光軸からの高さHの位置での光軸方向の頂点を面頂点を基準としてxとすると、

【0087】

【数1】

$$x = \frac{(DR)^2}{1 + \sqrt{1 + K(R/R_0)^2}} + AH^2 + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10}$$

10 【0088】で表される。但しRは曲率半径、Kは円柱定数、A、B、C、D、Eは非球面係数である。

【0089】又、[e-x]は「x10^{-x}」を意味している。

【0090】又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0091】

【外1】

f = 6.70 ~ 19.10 Fno = 2.88 ~ 5.00 2ω = 68.4 ~ 15.8

R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
曲率半径	95.555	5.705	10.647	31.939	31.939	0.5	0.80	0.035	0.6	2.34	1.743200	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000
屈折率	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
アッペ数	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18	2.18
非球面係数																	

面	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
非球面係数																	

非球面係数

2面: k = -1.38000e+00 A = 0 B = 1.91558e-04 C = 1.01711e-07 D = -3.57102e-08 E = 4.67101e-10
6面: k = 5.53202e-08 A = 0 B = -1.84480e-04 C = 3.66711e-06 D = -1.22500e-06 E = -4.61651e-08

【0092】

【外2】

数値実施例2

f = 6.75 ~ 17.62 Fno = 2.88 ~ 4.50 2ω = 68.0 ~ 29.0

R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
曲率半径	48.560	5.755	9.102	20.208	20.208	0.5	0.80	0.035	0.6	2.34	1.743200	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000
屈折率	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
アッペ数	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
非球面係数																	

f = 6.75 ~ 17.62 Fno = 2.88 ~ 4.50 2ω = 68.0 ~ 29.0

R	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
曲率半径	48.560	5.755	9.102	20.208	20.208	0.5	0.80	0.035	0.6	2.34	1.743200	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000	1.847000
屈折率	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
アッペ数	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
非球面係数																	

【0093】

【外3】

数値実施例 3

$f = 4.19 \sim 8.61$ $Fno = 2.83 \sim 4.03$ $2\omega = 73.5 \sim 42.5$

R1 = 80.452	D1 = 1.30	R1 = 1.802380	$\nu 1 = 40.8$
R2 = 3.144	D2 = 1.39		
R3 = 6.364	D3 = 2.00	R2 = 1.846659	$\nu 2 = 23.8$
R4 = 22.753	D4 = 可変		
R5 = 可変	D5 = 0.59	R3 = 1.896797	$\nu 3 = 55.5$
R6 = 5.387	D6 = 1.84		
R7 = 24.511	D7 = 0.59	R4 = 1.743300	$\nu 4 = 45.1$
R8 = 42.232	D8 = 1.64	R5 = 1.688947	$\nu 5 = 30.1$
R9 = 5.476	D9 = 0.66		
R10 = 4.702	D10 = 可変	R6 = 1.487490	$\nu 6 = 70.2$
R11 = 16.441	D11 = 1.94		
R12 = 10.475	D12 = 可変	R7 = 1.487490	$\nu 7 = 70.2$
R13 = 13.248	D13 = 1.50		
R14 = 89.456	D14 = 1.10		
R15 = ∞	D15 = 2.30		
R16 = ∞			

焦点距離 4.49 6.14 8.61

可変距離
D4 8.31 4.96 1.98
D10 1.98 3.18 2.84
D12 1.59 3.57 7.00

非球面係数

1面: $k = -1.26671e+00$ A=0 B=1.9495e-03 C=1.78261e-05 D=-3.8954e-05 E=1.54685e-07

2面: $k = 6.35302e-03$ A=0 B=-1.9477e-03 C=3.27832e-05 D=-3.1128e-05 E=3.51253e-06

3面: $k = 0.00000e+00$ A=0 B=3.3681e-05 C=6.26591e-06 D=-1.0484e-08 E=3.52401e-08

【0094】

【外4】

数値実施例 4

$f = 6.75 \sim 17.62$ $Fno = 2.83 \sim 4.50$ $2\omega = 82.0 \sim 39.0$

R1 = 43.471	D1 = 1.50	R1 = 1.802380	$\nu 1 = 40.8$
R2 = 5.270	D2 = 2.21		
R3 = 9.214	D3 = 2.14	R2 = 1.846659	$\nu 2 = 23.8$
R4 = 40.331	D4 = 可変		
R5 = 可変	D5 = 0.80	R3 = 1.896797	$\nu 3 = 50.7$
R6 = 6.783	D6 = 2.00		
R7 = 40.782	D7 = 0.20	R4 = 1.743300	$\nu 4 = 45.1$
R8 = 10.555	D8 = 2.33	R5 = 1.688947	$\nu 5 = 35.1$
R9 = 6.963	D9 = 0.70		
R10 = 4.919	D10 = 4.10	R6 = 1.487490	$\nu 6 = 70.2$
R11 = 41.659	D11 = 0.60		
R12 = 17.413	D12 = 1.75	R7 = 1.487490	$\nu 7 = 55.5$
R13 = 70.431	D13 = 可変		
R14 = 18.090	D14 = 2.00		
R15 = 54.405	D15 = 1.50		
R16 = ∞	D16 = 1.23		
R17 = ∞			

焦点距離 6.75 12.19 17.62

可変距離
D4 15.32 6.90 2.46
D13 1.66 7.85 14.04

非球面係数

2面: $k = -1.04570e+00$ A=0 B=4.03981e-04 C=1.40934e-05 D=7.47028e-08 E=-1.55332e-09

3面: $k = -1.18132e+00$ A=0 B=-8.00015e-04 C=-8.9180e-06 D=-1.70989e-06 E=4.79021e-08

【0095】

* * 【表1】

表-1

条件式	数値実施例			
	1	2	3	4
(1) d2abw/fw	0.46	0.60	0.44	0.61
(2) Beta2bt	0.13	0.37	-0.04	0.61
(3) d2abt-d2abt_fo	0.04	0.04	0.02	0.05
d2abw-d2abw_fo	0.11	0.17	0.05	0.20

【0096】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルカメラの実施形態を図17を用いて説明する。

【0097】図17において、10はカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12はカメラ本体に内蔵されたストロボ、13は外部式ファインダー、14はシャッターボタンである。

【0098】このように本発明のズームレンズをデジタルカメラ等の光学機器に適用することにより、小型で高い光学性能を有する光学機器を実現している。

【0099】

【発明の効果】本発明によれば、構成レンズ枚数の少ない、コンパクトで優れた光学性能を有するズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

50

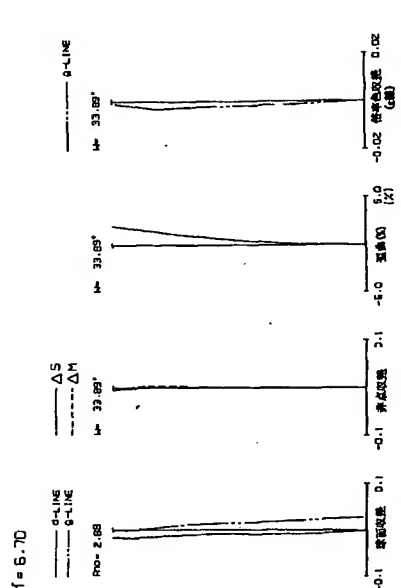
【0100】この他本発明によれば、正、正の屈折力のレンズ群の3群を有し、各レンズ群のレンズ構成、非球面を用いるときはその位置、ズームリングにおける各レンズ群の移動方法を最適にし、又フォーカシング方法を最適に設定する事により、全系のレンズ枚数の削減を計り、レンズ全長の短縮化を達成しつつ、変倍比3倍程度を有し、明るく、高い光学性能を有し、広角域を含んだ、デジタルスラリカメラやビデオカメラ等に適用したズームレンズ及びそれを用いた光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

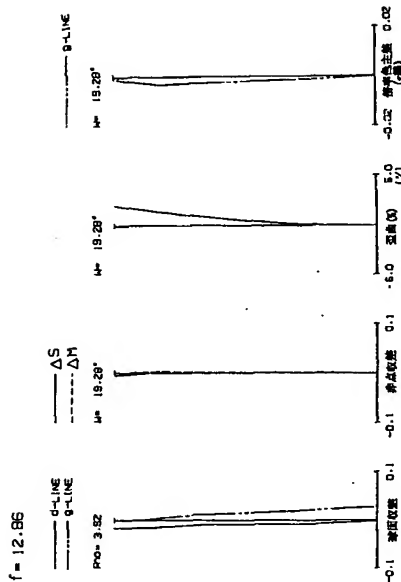
【図1】 本発明のズームレンズの数値実施例1の光学断面図。

【図2】 数値実施例1の広角端での収差図。

【図2】



【図3】



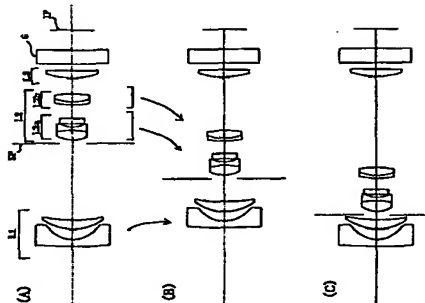
- 【図3】 数値実施例1の中間位置での収差図。
- 【図4】 数値実施例1の遠端での収差図。
- 【図5】 本発明のズームレンズの数値実施例2の光学断面図。
- 【図6】 数値実施例2の広角端での収差図。
- 【図7】 数値実施例2の中間位置での収差図。
- 【図8】 数値実施例2の遠端での収差図。
- 【図9】 本発明のズームレンズの数値実施例3の光学断面図。
- 【図10】 数値実施例3の広角端での収差図。
- 【図11】 数値実施例3の中間位置での収差図。
- 【図12】 数値実施例3の遠端での収差図。
- 【図13】 本発明のズームレンズの数値実施例4の光学断面図。

- 【図14】 数値実施例4の広角端での収差図。
- 【図15】 数値実施例4の中間位置での収差図。
- 【図16】 数値実施例4の遠端での収差図。
- 【図17】 本発明の光学機器の概略図。

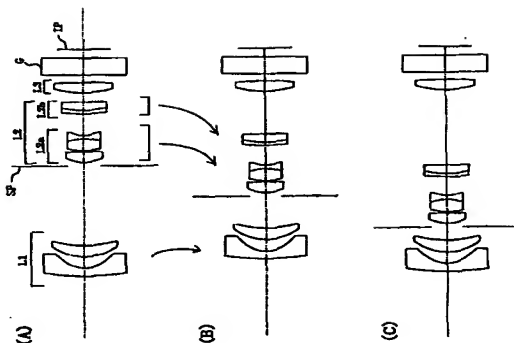
【符号の説明】

- L1 第1群
- L2 第2群
- L3 第3群
- SP 絞り
- IP 像面
- d d線
- g g線
- ΔS サジタル像面
- ΔM マリディオン像面

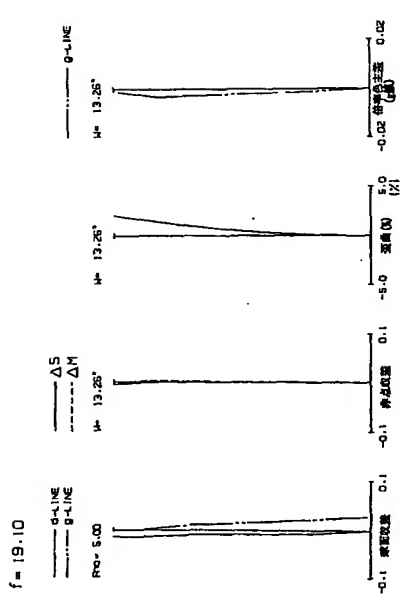
【図1】



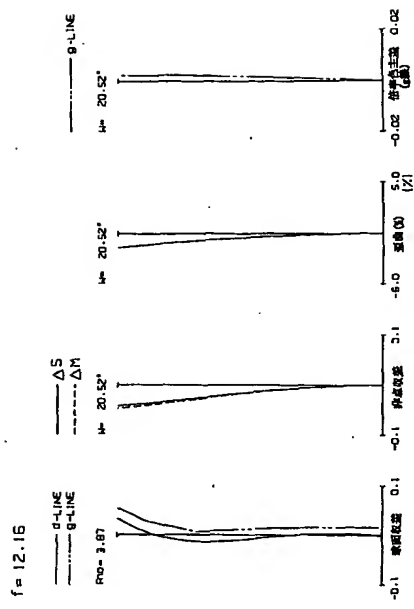
【図5】



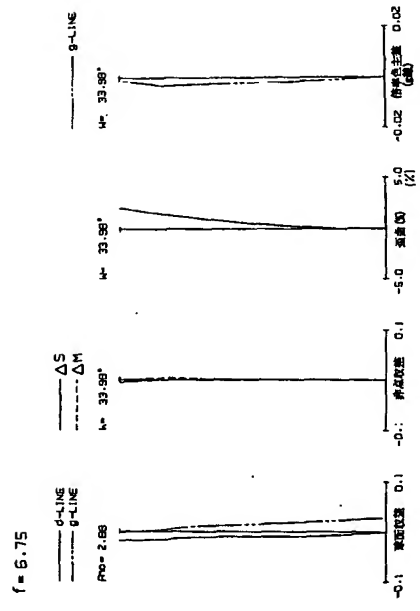
【図4】



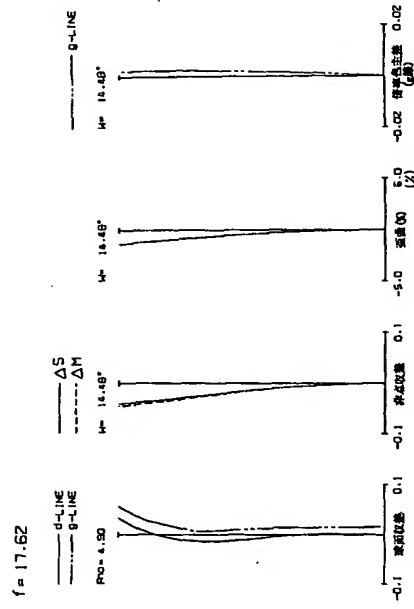
【図7】



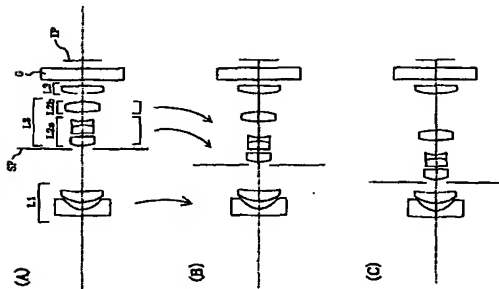
【図6】



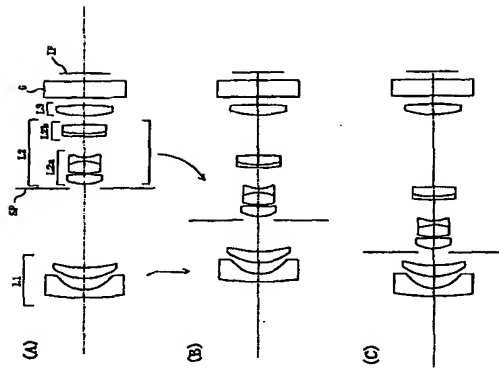
【図8】



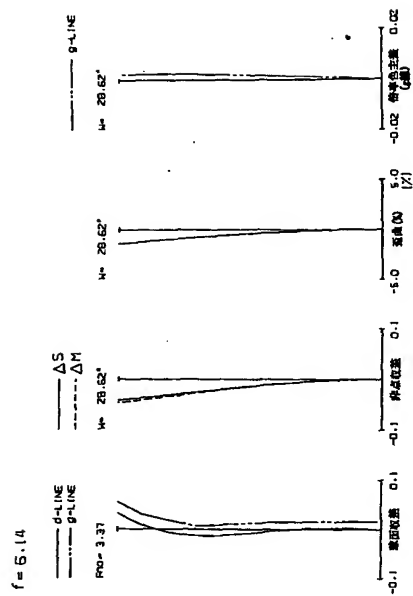
[図9]



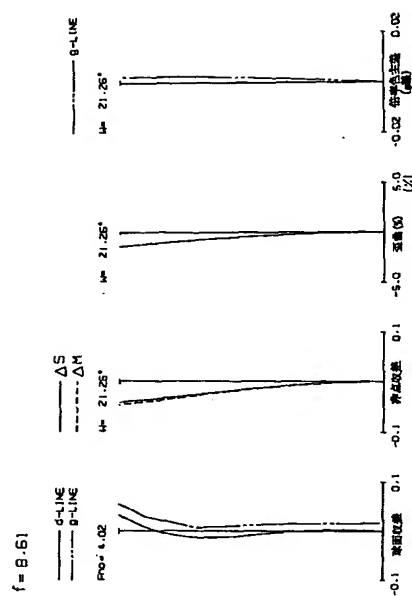
[図13]



[図11]



[図12]



[図10]

